

**УДК 621.643**

**Любомир Побережний, д.т.н., Михайло Микицей**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ТРИВАЛОЕКСПЛУАТОВАНИХ ТРУБНИХ СТАЛЕЙ У КОРОЗИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

За результатами експериментальних досліджень запропоновано методику прогнозування деформації трубних сталей за тривалої дії корозивних середовищ. Показано, що оптимальними для математичного опису процесу деформації є логарифмічні залежності.

Ключові слова: корозивне середовище, магістральні газопроводи, тривала експлуатація, деформаційна поведінка

**Lyubomyr Poberezhny, Michael Mykytsey**

## **PROGNOSTICATION OF DEFORMATION OF LONG OPERATED PIPE STEELS IN CORROSIVE ENVIRONMENTS**

According to the results of experimental studies, a method for forecasting the deformation of tubular steels for a long-term effect of corrosive media is proposed. It is shown that the logarithmic dependences are optimal for mathematical description of deformation process.

Keywords: corrosive environment, main gas pipelines, prolonged exploitation, deformation behavior.

Процеси постачання природного газу супроводжуються значними його втратами (у 2001 р.-1,93 млрд. м<sup>3</sup>). В зв'язку з цим комплексна проблема мінімізації втрат і підвищення ефективності використання енергоносіїв є вельми актуальною і її розв'язання дасть змогу зекономити значні кошти, які можна буде спрямувати на забезпечення безперебійності і надійності постачання газу споживачу, підтримку належного функціонування газотранспортної системи в цілому. Особливо важливого значення набувають експериментальні роботи в цьому напрямку, виконані за новими ефективними методиками, а саме, комплексні дослідження деформівної системи „труба – ґрунтовий масив” та вивчення кінетики протікання корозійних процесів.

Дослідження деформаційної поведінки матеріалу трубопроводу в умовах навантажень та впливів, які імітують експлуатаційні, дасть змогу краще оцінити залишковий ресурс безпечної експлуатації діючих, та ресурс роботи нових трубопроводів, коректніше прогнозувати експлуатаційні ризики та оцінити рівень потенційних загроз довкіллю, спричинених експлуатацією даних технічних об'єктів. Важливо вивчити кінетику деформації у корозійних середовищах, оскільки рівень пошкоджень у результаті синергічної дії механічного та корозійного чинників зростає нелінійно, відповідно так само збільшуються імовірності розгерметизації чи руйнування трубопроводу, а, отже, й пов'язані з цим експлуатаційні ризики.

Після нагромадження масиву експериментальних результатів постає питання прогнозування розвитку досліджуваних процесів. У класичній механіці є поняття повзучості, пов'язане головним чином із зміною деформації металу при підвищених температурах. Найчастіше для аналітичного опису таких непружних процесів використовують логарифмічні залежності, звідки і пішов термін «логарифмічна повзучість».

У досліджуваному нами випадку термін повзучість мусимо вживати із застереженнями, оскільки механізми зміни деформації тривалоексплуатованого металу

пов'язані не тільки із пластичним течінням, а й з розкриттям внутрішніх структурних дефектів, які виникли внаслідок процесів деградації [1-2]. Однак незважаючи на відмінності у механізмах, кінетика розвитку процесу деформації схожа на таку для класичної повзучості, тому було прийнято рішення використати для математичного опису отриманих експериментальних результатів подібні залежності.

Запропоновано для опису деформаційних процесів використовувати рівняння вигляду  $y = a - b \cdot \ln(x)$ , або, підставивши параметри часу і деформації  $\varepsilon = a - b \cdot \ln(t)$ . Загальний вигляд кореляції отриманих залежностей з експериментальними даними наведено на рис. 1

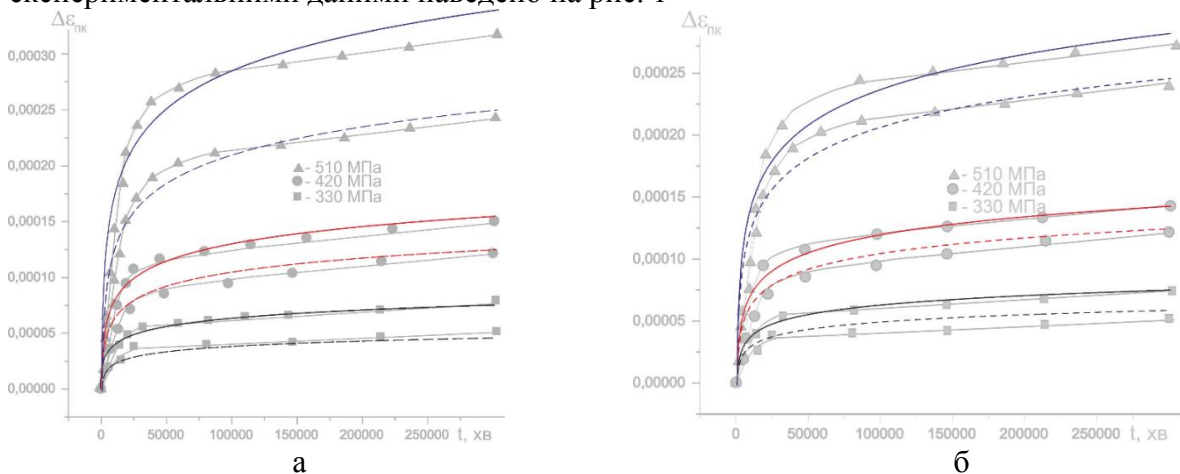


Рис. 1. Загальний вигляд експериментальних даних з накладеними графіками отриманих функціональних залежностей для сталі 19Г (а) та 17ГС (б)

Для аналізу експериментальних даних для сталі трубопровідної сталі 19Г використовували аналогічні методичні підходи з метою спрощення порівняльного аналізу та подальшого ранжування за рівнем потенційного ризику прискореного розвитку корозійно-механічних процесів. Статистична обробка результатів, яку було виконано у програмі Origin 2015, показала надійну імовірність математичного опису у межах 0,96-0,98, що підтверджує правильність вибору методики аналітичного опису експерименту [3].

**Висновки:** Отримані результати свідчать про належну коректність подальшого прогнозування деформаційних тривалоексплуатованої сталі трубопроводу у ґрунтових електролітах. У подальшому планується розширювати сортамент досліджуваних сталей з метою створення бази даних зміни механічних властивостей трубопровідних сталей у процесі експлуатації. Це дасть змогу підвищити рівень надійності магістральних газопроводів та визначати ділянки, які потребують першочергової модернізації.

### Література

1. Фізико-механічні властивості сталі обсадної труби та їх вплив на її роботоздатність / Є.І. Крижанівський, Г.М. Никифорчин, І.І. Палійчук [та ін.] // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій: 5-та міжнар. конф. 24 – 27 червня 2014 р.: зб. наук. праць. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014. – С. 761 – 766.
2. Gabeta G. In-service degradation of gas trunk pipeline X52 / G. Gabeta, H.V. Nykyforchyn, E. Lunarska [etc.] // Фіз.- хім. механіка матеріалів. – 2008. – № 1. – С. 88 – 99.
3. Побережний Л. Я. Ранжування ґрунтів за небезпекою втрати несної здатності трубопроводами на пізній стадії експлуатації / Л. Я. Побережний, А. І. Станецький // Науковий вісник НЛТУ України. - 2016. - Вип. 26.1. - С. 280-286.